Ueber die

Wirkung fluorescirender Stoffe auf Infusorien.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der gesammten Medicin

verfasst und einer

Hohen medicinischen Fakultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Oscar Raab,

approb. Arzt.

München.

Druck von R. Oldenbourg.

1900.

Ueber die

Wirkung fluorescirender Stoffe auf Infusorien.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der gesammten Medicin

verfasst und einer

Hohen medicinischen Fakultät

der

kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Oscar Raab,

approb. Arzt.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

München.

Druck von R. Oldenbourg.

1900.

Referent:

Professor Dr. H. von Tappeiner.

In Dankbarkeit

gewidmet

seinen Eltern.

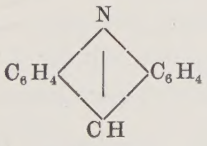
Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548318_0091

Im Verlaufe seiner Untersuchungen: »Ueber die Wirkung von Phenylchinolinen und Phosphinen auf niedere Organismen« hat Herr Prof. Dr. H. v. Tappeiner[1]) die überraschend starke Wirkung der Phosphine auf Infusorien entdeckt. Im Anschluss daran hatte er die Güte, mir im Wintersemester 1897/1898, gelegentlich meiner Bitte um eine Promotionsarbeit, die Bearbeitung der Frage zu überlassen: »Wie verhalten sich das dem Phosphin chemisch so nahestehende Akridin und verschiedene Derivate desselben in dieser Beziehung?« Der damaligen Jahreszeit entsprechend, waren die Lichtverhältnisse sehr wechselnd, und diesem glücklichen Umstande verdanke ich wohl zum grossen Theile die erhaltenen, merkwürdigen Resultate, deren Verwerthung mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. v. Tappeiner, in entgegenkommendster Weise gestattete.

Der oben erwähnten Aufgabe entsprechend, kam zunächst zur Untersuchung:

Salzsaures Akridin von der Constitutionsformel:



1) Archiv f. klin. Med. 1895, Bd. 56.

Die Reaction der salzsauren Akridinlösung war neutral.

»Akridin ist eine tertiäre Base; es findet sich im Steinkohlentheer und bildet die Stammsubstanz einiger Farbstoffe: Chrysanilin, Phosphin, Benzoflavin etc. Es ist durch eine intensiv reizende Wirkung auf Epidermis und Schleimhäute, sowie durch die grünblaue Fluorescenz seiner verdünnten Salzlösungen charakterisirt.«

Die mit diesem Körper angestellten Untersuchungen waren in erster Linie analog denen des Herrn Prof. Dr. v. Tappeiner und des Herrn Dr. Grethe.[1]) Als Versuchsthier diente nämlich wieder das Paramaecium caudatum, welches in alter Weise mit Muschelfuss cultivirt wurde, während als Versuchsform wieder der feuchte Kammerversuch, also die Untersuchung im hängenden Tropfen, gewählt wurde.

Durch einige kleine Maassregeln kann man sich diese Untersuchungen bedeutend erleichtern.

So tritt z. B. sehr leicht der unangenehme Fall ein, dass die zu untersuchenden Tropfen sich über das ganze Glas zertheilen. Diese Fehlquelle vermeidet man am besten dadurch, dass man die Tropfen senkrecht und zwar etwa aus einer Entfernung von 2 cm auf das Gläschen bläst, da grössere Entfernung leicht die, gegen mechanische Insulte empfindlichen, Paramäcien, schädigt. Ebenso ist bei Versuchen, welche grössere Zeit in Anspruch nehmen, auf einen sorgfältigen Abschluss der feuchten Kammer durch Fett zu achten. Vorgelegte Kupfersulfatlösung muss klar und in planparallele Platten eingeschlossen sein. Für die Cultur der Paramäcien haben grosse Kolbengläser den Vorzug, dass die Anlage neuer Culturen nicht so oft nöthig ist, und dass man, da die Thiere sich immer in der Nähe des Wasserspiegels ansetzen, die Gläser bloss bis fast zum Rande zu füllen braucht, um die Paramäcien bequem und in Masse herausnehmen zu können. Was endlich die Eigenschaften dieser Thiere anbetrifft, so ist zu erwähnen, dass todte Paramäcien nach unten sinken, vielleicht auf Grund einer Zunahme ihres Gewichtes. Der Tod selbst tritt in verschiedener Weise ein; meist tritt Zellinhalt aus, zuweilen findet aber auch lediglich starke Granulirung und Zerfall statt.

Diese Versuche ergaben zunächst folgende Resultate:

Lösung 1 : 1000 tödtete die Paramäcien sofort, Lösung 1 : 5000 in 25—30 Minuten, Lösung 1 : 10000 in 30—80 Minuten. Die analoge Bestimmung der Zeit für 1 : 20000 machte Schwierigkeiten. Die beiden ersten Versuchsserien gingen nämlich wider

1) Ueber die Wirkung verschiedener Chininderivate auf Infusorien. Archiv f. klin. Med. 1895, Bd. 56.

Erwarten in meiner Abwesenheit zu Grunde; die dritte Serie ergab ebenfalls kein einheitliches Resultat.

Im Nachstehenden sind dieselben angegeben:

24. XI. 1897.

I. angesetzt 1 h 30', todt vor 3 h
II. » » » » » »
III. » » » » » »
IV. » » » » » »

also todt vor $2^1/_2$ Stunden.

25. XI. 1897.

I. angesetzt 1 h, todt vor 2 h 45'
II. » » » » » »
III. » » » » » »
IV. » » » » » »

also todt vor 105 Minuten.

Dagegen

25. XI. 1897.

I. angesetzt 3 h 45', gesund noch um 6 h, sterb. erst b. Besichtig. am 26. XI. früh
II. » » » » » » » » » » » » » » »
III. » » » » » » » » » » » » » » »
IV. » » » » » » » » » » » » » » »

also mehrere Stunden gesund.

Merkwürdiger Weise hatte eine Wiederholung ebenfalls keinen Erfolg.

26. XI. 1897.

I. angesetzt 10 h 30', todt vor 1 h 12'
II. » » » » » » »
III. » » » » » » »
IV. » » » » » » »

also wieder vor $2^1/_2$ Stunden getödtet.

Da diese grossen Unterschiede eigenthümlicher Weise immer in Gruppen und zwar immer zu denselben Tageszeiten auftraten, so gaben sie die Veranlassung zu nachstehenden, an einem sonnigen Tage gemachten Versuchen, deren Princip das Folgende ist:

Vier ganz gleiche Versuche werden zu gleicher Zeit angesetzt. Der eine Versuch wird in diffusem Tageslicht gehalten, der zweite in gedämpftem Lichte, der dritte und vierte im Dunkeln. Es ergab sich nun

29. XI. 1897.

I. angesetzt 11 h 45' belichtet, um 1 h 7' getödtet.
II. » » » gedämpft. Licht, um 1 h 7' träg, um 2 h 22' todt.
III. » » » im Dunkeln, » » » gesund, » » ges., u. 4 h 55 ges.
IV. » » » » » » » » » » » » » » » » » »

Die Versuche wurden wiederholt.

30. XI. 1897.

I. angesetzt 12 h 37′ belichtet, um 1 h 12′ todt.
II. » » » gedämpftes Licht, um 1 h 12′ etwas träg, um 2 h 40′ wie 1 h 12′ jetzt belichtet, 3 h todt.
III. angesetzt 12 h 37′ im Dunkeln, um 1 h 12′ gesund, um 2 h 40′ gesund, 4 h 30′ gesund.
IV. angesetzt 12 h 37′ im Dunkeln, um 1 h 12′ gesund, um 2 h 40′ gesund, 4 h 30′ gesund.

Aus der Uebereinstimmung dieser und noch weiterer ganz analoger Versuche mit denen vom 29. XI. 1897 ergibt sich:

Die Einwirkung des Tageslichtes hat bei den obigen Versuchen einen grossen und zwar schädlichen Einfluss.

Die Grösse dieses Einflusses stellen weitere Versuche folgendermassen fest:

Es tötet salzsaure Akridinlösung 1 : 20000 (je nach Intensität des Lichtes) bei zerstreutem Lichte in ca. 60 Minuten, bei Sonne bisweilen schon in 6 Minuten, während die Paramäcien, vorausgesetzt, dass der Versuch sorgfältig gegen Verdunstung geschützt wird, im Dunkeln noch nach 100 Stunden am Leben sind, so dass also hier die Akridinlösung mit einem bis zu 1000-fachen Unterschiede wirkt.

Diesem höchst auffälligen Verhalten gegenüber liegt der Gedanke nahe, dass vielleicht nur gewöhnliche physikalische Vorgänge, wie Verdunstung und Luftdruckerhöhung in der feuchten Kammer durch Erwärmung, die Ursache der Differenz sein könnten.

Wie es sich mit dieser Möglichkeit verhält, lässt sich aus folgenden Versuchen entnehmen:

Statt der feuchten Kammer benutzte ich kleine Glasröhrchen von etwa 3 cm Höhe und etwa $^1/_2$ cm innerem Durchmesser. In diesen Röhrchen gibt man mehrere (etwa 6 oder 12) Tropfen Paramäcien-Cultur und hierauf die gleiche Zahl Tropfen einer Akridinlösung 1 : 20000 zu einem Versuche zusammen, wobei man die einzelnen Tropfen am Rande der Röhrchen behutsam hinableitet und zuletzt mit einem Platindraht mischt. Sodann

werden die Röhrchen verkorkt, in ein grösseres Gefäss mit Wasser versenkt und belichtet. Steigt die Temperatur des Wassers erheblich, so muss dasselbe erneuert werden. Statt dieses Wärmeentzuges durch Leitung kann man auch die Wärmestrahlen von vorneherein durch Vorlegen einer 10 cm dicken Schicht conc. Kupfersulfatlösung ausschalten. Bei beiden Versuchsanordnungen ist Verdunstung und Erwärmung des Versuches ausgeschlossen.

Die Resultate dieser Controllversuche beweisen, dass in der That die Einwirkung des Tageslichtes die Wirkung der Akridinlösung 1 : 20000 auf das Hundert- bis Tausendfache steigert.

Da sich in der Literatur weder ein ähnlicher Vorgang erwähnt, noch eine Erklärung für diese gewiss auffällige Erscheinung fand, wurde dieselbe in stetigem Gedankenaustausch mit Herrn Prof. Dr. v. Tappeiner von mir näher untersucht und zu diesem Zwecke festzustellen versucht:

A. Ursache der beobachteten Erscheinung?
B. Wirksame Strahlen?
C. Nähere Vorgänge dabei?
D. Kommt die Erscheinung auch im Thierkörper vor?

A. Als Ursache können wohl nur drei Möglichkeiten aufgestellt werden:

I. Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht,
II. Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien,
III. Einwirkung des Lichtes auf die Akridinlösung.

Das Verhalten der Paramäcien passt auf alle drei Fälle:

Während nämlich die Thiere in gewöhnlichem Wasser meist in steter, gleichmässiger Bewegung sind, stehen sie in Akridinlösungen 1 : 20000, wenn der Versuch bereits über 24 Stunden dauert, nicht immer, aber oft, ruhig, gleichsam ermattet, in der Lösung. Bringt man sie jetzt an's Licht, so werden sie in Bälde unruhig, fangen an sich zu bewegen und schiessen bereits nach kurzer Zeit hastig hin und her. Lässt man das Licht noch weiter einwirken, so verlieren die Bewegungen ihre

Coordination, werden unsicher, gleichsam taumelnd, und es tritt der Tod ein. Bringt man dagegen die Tiere in's Dunkel zurück, so beruhigen sie sich nach und nach wieder, vorausgesetzt, dass die Belichtung nicht zu lang war und in Folge dessen der Tod doch eintritt.

Da sich also aus dem mikroscopischen Befunde ein Schluss nicht ziehen lässt, so blieb nur übrig, die drei erwähnten Möglichkeiten der Reihe nach in Betracht zu ziehen.

Die erste Möglichkeit:

Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht, so dass es für Paramäcien schädlich wird, könnte darin bestehen, dass entweder

1. das Licht in irgend einer Weise so polarisirt wird, dass es diese toxische Wirkung übt, oder
2. die Akridinlösung Strahlen absorbirt, welche für die Lebensthätigkeit der Paramäcien unentbehrlich sind, oder
3. die nach Abzug der absorbirten Strahlen bleibende Strahlenmischung den Paramäcien schädlich ist.

Was diese drei Einwirkungen anbelangt, so konnte ich zunächst eine Polarisation in kalt gesättigter Lösung von salzsaurem Akridin nicht nachweisen. Ebenso wenig ist die zweite Annahme zutreffend; denn die Paramäcien vermögen auch im Dunkeln recht wohl zu leben, und dass überhaupt keine der drei Möglichkeiten vorliegt, beweist folgender Versuch:

In der Mitte eines Gläschens von 9,0 cm Durchmesser wird ein Glasröhrchen mit Paramäcien mittelst Drahtes versenkt und in das Gläschen Akridinlösung in der Concentration 1 : 20000, bei späteren Versuchen in solcher bis zu 1 : 500 eingegossen. Belichtet man nun das Ganze beständig, so befinden sich die Paramäcien selbst nach einer Woche noch vollkommen wohl, trotzdem nunmehr kein Licht zu ihnen dringen kann, ohne vorher die Akridinschicht passirt zu haben. (Natürlich müssen gegen grössere Temperatursteigerung Vorsichtsmassregeln getroffen sein.)

Nachdem also diese Resultate den Beweis liefern, dass eine Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht nicht der Grund der fraglichen Differenz ist, käme vielleicht in Betracht.

Die zweite Möglichkeit:

Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien.

Zwar ergeben Versuche, dass Paramäcien an und für sich durch Licht und zwar sogar durch Sonnenlicht nicht geschädigt werden, immerhin aber könnte dieser Schaden indirekt verursacht werden. Etwas Derartiges wäre z. B. der Fall, wenn der Stoffwechsel der Paramäcien unter dem Einfluss des Lichtes erhöht würde. So gibt Adduco[1]) an, dass hungernde Tauben, im Dunkeln gehalten, 24 Tage am Leben blieben, im Hellen dagegen bereits vor dem 15. Tage zu Grunde gingen[2]), und es steht ja fest, dass eine geringe Steigerung der Lebensthätigkeit, speciell eine erhöhte Oxydation, unter dem Einfluss des Lichtes eintritt. Da nun aber diese Lichtwirkung dann auch bei jedem analogen Versuche mit Paramäcien vorhanden sein müsste, so handelt es sich bloss darum, festzustellen, ob wirklich jede andere auf Paramäcien toxisch wirkende Substanz durch Belichtung eine ähnliche Steigerung ihrer toxischen Wirksamkeit erfährt.

Zu diesem Zwecke wurden untersucht:

salzs. Methylphosphin 1 : 300000 und 1 : 500000;
Chinin sulf. 1 : 1000; 1 : 10000;
Morphin hydr. 1 : 50;
salzs. Phenylchinaldin 1 : 1000; 1 : 10000; 1 : 15000; 1 : 20000; 1 : 25000;
Strychninum nitr. 1 : 100; 1 : 200; 1 : 900; 1 : 10000.

Zunächst hatte sich Folgendes ergeben:

Salzsaures Methylphosphin und Chinin wirkten auf die Versuche mit der feuchten Kammer sowohl bei Sonnenlicht als bei zerstreutem Tageslicht analog dem Akridin ein. Dagegen hatte auf die feuchten Kammerversuche mit Morphin, Strychnin und Phenylchinaldin Sonnenlicht grossen, zerstreutes Tageslicht gar keinen Einfluss, während die schon einmal erwähnten Controllversuche mit Glasröhrchen auch bei Sonnenlicht keine Steigerung der Wirksamkeit zeigten. Dazwischen gingen sowohl die belichteten, als die im Dunkeln gehaltenen Glasröhrchenversuche in einigen Minuten zu Grunde.

1) Fortschritte der Thierchemie 1889, S. 359.

2) Wohl weil sie in diesem zu lebhafteren Bewegungen angeregt werden und dadurch der Stoffverbrauch ein grösserer wird.

Bei den damaligen ungünstigen Witterungsverhältnissen waren fast 200 Versuche nöthig, um diese widersprechenden Resultate aufzulösen. Es zeigte sich aber zuletzt doch, dass einerseits dem unmotivirt raschen Tod der Paramäcien in den Glasröhrchen mechanische Insulte, nämlich zu rasches Mischen mit dem Platindraht und Schütteln der Glasröhrchen, zu Grunde lagen, andererseits die Ursache für die Differenz zwischen den, von der Sonne belichteten, feuchten Kammerversuchen und den analogen Glasröhrchenversuchen darin bestand, dass durch die Wärmestrahlen eine Verdunstung und dadurch eine erhöhte Concentration des feuchten Kammerversuches bewirkt wurde. Beides ist durch Vorsicht und durch Vorlage concentrirter Kupfersulfatlösung leicht zu vermeiden.

Es ergab sich aus diesen Versuchen, dass eine Einwirkung des Tageslichtes auf den Versuch vorhanden ist beim Methylphosphin und Chinin. Bei dem ersteren ungefähr in der gleichen Stärke wie beim Akridin, bei dem letzteren nur in so geringem Maasse, dass es weniger geeignet ist, einen selbständigen Beweis zu bilden, als vielmehr ein brauchbares Glied in einer Kette von Beweisen abzugeben. Dagegen ist die Einwirkung des Lichtes und zwar sogar des Sonnenlichtes auf die Versuche mit Morphin, Phenylchinaldin und Strychnin ohne jeden Einfluss. Aus diesem zweiten Resultate folgt also, dass eine Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien nicht vorliegt.

Einige dieser Versuche folgen im Nachstehenden, wobei jedoch zu beachten ist, dass es sich bei denselben, wie auch später wieder, eben immer weniger um Zeitangaben als um die Feststellung gehandelt hat, ob überhaupt das Licht eine Einwirkung hat oder nicht.

Morphin hydr. 1 : 50.

I. angesetzt 4 h 0′ belichtet, gesund 5 h 37′
II. » 3 » 42′ » viele todt 5 h 42′
III. » » » » » » » »
IV. » » » dunkel, » » » »
V. » » » » » » » »

Strychnin nitr.

1 : 100 I. 11 h 49′, todt 11 h 51′
1 : 200 I. 12 » 17′ » 12 » 20′
II. » » » » »
1 : 900 I. 3 h 27′ belicht., todt 3 h 37′
IV. » » dunkel, » » »

1 : 10 000
I. 3 h belicht., ges. 6 h
II. » » » »
III. » dunkel » »
IV. » » » »

Salzsaures Phenylchinaldin.

1 : 30000 ohne Einwirkung auf Paramäcien, ebenso 1 : 25000.

1 : 15000 I. angesetzt 11 h 47′ belichtet, todt 11 h 51′
II. » » » » » 11 h 52′
III. » » » dunkel, » » »
IV. » » » » » 11 h 53′
V. » 11 h 56′ belichtet, » 12 h 2′
VI. » 12 h 47′ dunkel, » 12 h 53′

1 : 10000 I. angesetzt 2 h 12′, todt 2 h 15′
1 : 20000 I. » 2 h 45′ belichtet, todt 3 h 25′
II. » » » dunkel, » » »
III. » » » » » » »
IV. » » » » » » »

Methylphosphin: 1 : 500000

tödtet bei zerstreutem Licht in 30 Minuten bis zwei Stunden, während im Dunkeln die Paramäcien 100 Stunden am Leben zu erhalten sind, z. B.:

I. angesetzt 3 h 43′ belichtet, todt 4 h 28′
II. » » » » » » »
III. » » » » » » »
IV. » » » » » » »
V. » 4 h 49′ » sterbend 5 h 45′
VI. » » » » » » »
VII. » 5 h 10′ dunkel, gesund noch nach 4 Tagen, todt am 5.

Chinin. sulf.

1 : 1000 I. 2 h 27′ belichtet, todt 2 h 30′
II. » » » » » »
III. » » dunkel, » 2 h 32′

1 : 10000 I. 2 h 50′ belichtet, todt 3 h 5′
II. » » » » » »
III. » » dunkel, » 4 h

I. 3 h 40′ belichtet, todt 4 h
II. » » » » 4 h 25′
III. » » dunkel, » 4 h 40′

Nachdem es sich also weder um eine Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht, noch um eine Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien handelt, bleibt nur noch

Die dritte Möglichkeit:

Einwirkung des Lichtes auf die Akridinlösung.

Welcher Art diese Einwirkung wäre, lässt sich nicht so ohne Weiteres sagen. Zunächst könnte man jedenfalls denken,

dass Umsetzungen im Spiele wären, welche mit der chemischen Constitution des Akridin und des ihm verwandten Methylphosphin in Zusammenhang stünden. Die Reaction der Lösung dieser zwei Körper gibt diesbezüglich keinen Aufschluss; setzt man aber die Akridin- oder Phosphin-Lösung längere Zeit dem Sonnenlichte aus und untersucht man sie dann im Dunkeln auf ihre Wirksamkeit gegen Paramäcien, so zeigen beide absolut keine Steigerung ihrer toxischen Eigenschaften. Wenn man ferner einen Akridinversuch 1 : 20000 bis zu beginnender Lähmung der Paramäcien belichtet, dann aber in's Dunkele bringt, so erholen sich, wie schon oben bemerkt, die Paramäcien wieder. Aus diesen beiden Versuchen geht also hervor, dass die Steigerung der toxischen Wirkung, welche Belichtung den Akridin- und Phosphin-Lösungen verleiht, im Dunkeln sofort wieder zu Verlust geht, und daraus ergibt sich, dass eine gewöhnliche chemische Umsetzung hier nicht zu Grunde liegen kann.

Allerdings könnte es sich trotzdem immer noch um die Bildung eines vergänglichen Reactionsproductes handeln. Dies wäre z. B. der Fall, wenn unter dem Einfluss der Lichtwellen eine, dem Chemiker vielleicht unbekannte, Gasentwicklung stattfände. Was diese Möglichkeit anbelangt, war einmal Ozon mittelst Jodkali Stärkekleisterpapier nicht nachzuweisen, demgemäss auch kein Wasserstoffsuperoxyd, wie es sich nach Arth. Richardson[1]) in durch Sonnenlicht sterilisirtem Harn und nach demselben Autor[2]) und später Dieudonne[2]) auf Agarplatten entwickelt.

In der That lässt es sich auch unschwer feststellen, dass es sich nicht um eine Gasentwicklung handeln kann.

Wenn man nämlich ein Gefäss mit schmalem Hals mit Akridinlösungen z. B. von der Concentration 1 : 1000, 1 : 10000, 1 : 20000 füllt und mit einem Gläschen verschliesst, auf dessen Unterseite man Paramäcien bringt, so kann man das Ganze ruhig der Wirkung des Lichtes aussetzen, ohne deshalb die Paramäcien in irgend einer Weise zu schädigen. Damit stimmt es überein, dass eine belichtete Akridinlösung 1 : 500 im Gährungssaccharometer keine einzige Gasblase entwickelt.

Ebenso wenig liegen Oxydationsvorgänge etwa in der Weise zu Grunde, dass das Akridin den Sauerstoff der feuchten Kammer an sich reissen würde und die Paramäcien in Folge dessen einfach ersticken müssten. Setzt man nämlich die Paramäcien gleichzeitig im offenen Tropfen und in der feuchten Kammer den Wirkungen einer Akridinlösung 1 : 20000 unter Lichtzutritt

1) Fortschritte der Thierchemie von Maly, Bd. 23 S. 638.

2) Bacteriologische Diagnostik, Lehmann u. Neumann. II., S. 43.

aus, so müssten die offenen Versuche, weil sie der umgebenden Luft leicht wieder Sauerstoff entnehmen könnten, zum Mindesten bedeutend später zu Grunde gehen als diejenigen in der feuchten Kammer. Das ist aber nicht der Fall.

Z. B.	I.	angesetzt	2 h	55′,	todt	4 h 20′	offener Tropfen
	II.	»	»	»	»	»	
	III.	»	3 h	5′	»	4 h 24′	feuchte Kammer.
	IV.	»	»	»	»	»	

Im Einklange damit ergaben Reactionen auf Oxydationsvorgänge mittelst Guajatinctur und Terpentinöl, deren Wirksamkeit vorher geprüft wurde, ein negatives Resultat.

Dem gegenüber hatte die bisherige Untersuchung zweierlei festgestellt, dass nämlich einerseits nicht alle Körper auf den Einfluss der Lichtwellen reagiren wie das Akridin, und dass andererseits Methylphosphin und in schwachem Maasse Chinin wirken analog dem Akridin. Aus diesen zwei Resultaten folgt also:

I. dass das Akridin eine specielle Eigenschaft besitzt, welche z. B. Morphin, Phenylchinaldin und Strychnin nicht haben, und dass

II. diese specielle Eigenschaft dem Akridin, Phosphin und in geringem Maasse dem Chinin gemeinsam ist.

Gemeinsam aber haben diese drei Körper zwei Eigenschaften, nämlich Absorption und Fluorescenz.

Was zunächst die Absorption anbetrifft, so kommt hier natürlich sofort das physikalische Gesetz in Betracht:

»Ein Strahl kann bloss dann eine, sei es eine chemische, sei es eine andere Wirkung ausüben, wenn er absorbirt wird.«

Daraus folgt unmittelbar, dass Licht, welches diejenigen Strahlen nicht besitzt, welche die Akridinlösung 1 : 20000 absorbirt, die Wirkung der Akridinlösung auf die Paramäcien nicht mehr steigern darf.

In der That wirkt Licht, welches vorher eine 4,5 cm dicke Schicht von Akridin 1 : 4000 passirt hat, auf einen der schon öfters erwähnten Glasröhrchenversuche mit Akridin 1 : 20000 bereits bedeutend schwächer und, durch die gleiche Schicht Akridinlösung 1 : 500 geleitet, bei zerstreutem Lichte gar nicht

mehr, bei Sonne erst nach mehreren Stunden ein[1]), so dass offenbar die Dicke der Schicht bloss noch etwas verstärkt zu werden braucht, um jede Wirkung aufzuheben.

Es kommt also nunmehr nur noch darauf an, zu wissen, ob die blosse Absorption gewisser Strahlen genügt, um die beschriebene Wirkung zu erzeugen.

Da einerseits Ausschaltung der Wärmestrahlen die Wirkung des Lichtes auf das Akridin nicht schwächt, andererseits Chinin, welches doch die ultravioletten Strahlen absorbirt, die fragliche Erscheinung nur in ganz geringem Maasse bietet, so genügt es vollkommen, das sichtbare Spectrum in den Kreis dieser Betrachtungen zu ziehen. Gegen eine blosse Absorptionswirkung spricht nun schon von vorneherein, dass das Akridin gerade in der Concentration 1 : 20000 überhaupt nur sehr wenig absorbirt, nämlich lediglich das äusserste Ende des violetten Theiles im sichtbaren Spectrum. Ob diese Vermuthung richtig ist, zeigt Folgendes: Die sichtbaren Absorptionsgrössen des salzsauren Akridins sind bei einer Schichtdicke von 1 cm folgende:

Akridin 1 : 500 absorb.[2])	vom	ultraviol.	Ende	bis	Linie	17,5	(hellblau)
1 : 1000	»	»	»	»	»	18,5	
1 : 20000	»	»	»	»	»	19,3	
Es absorbiren nun							
Ferrocyankalium[3]) 0,9%	»	»	»	»	»	19	
Acid. phosphomolyb-							
denicum[3]) 1 : 10	»	»	»	»	auf einen Schimmer von hellblau		
Chromsäure 1 : 1400	v.	ultraviol.	Ende	bis	Linie	15	(St. dunkelgrün).

Obwohl also diese Körper in diesen Concentrationen dieselben Strahlen absorbiren wie das Akridin und sogar noch weitere Strahlen dazu, hat weder Ferrocyankalium 5 %, 2,5 %, 1,7 %, 0,9 % noch Acid. phosphomolybdenicum 1 : 20, 1 : 100, noch Chromsäure 1 : 1900, 1 : 1800, 1 : 1400, 1 : 1200 die Wirkungsweise des Akridins.

1) Sonstige Versuchsanordnung wie im Fall A.
2) Spectral-Apparat von Krüss, Hamburg.
3) Aeltere Lösungen.

Z. B. Ferrocyankalium 5 %.

I.	anges.	4 h	19′	belicht.,	todt	4 h	35′	I.	anges.	4 h	33′	bel.,	todt	4 h 48′
II.	»	»	»	»	»	4 h	38′	II.	»	»	»	»	»	»
III.	»	»	»	dunkel,	»	»	»	III.	»	»	»	dunk.	»	»
IV.	»	»	»	»	»	»	»	IV.	»	»	»	»	»	»

Acid. phosphomolybdenicum 1 : 20.

I.	angesetzt	3 h	30′	belichtet,	gelähmt	3 h	42′
II.	»	»	»	»	»		
III.	»	»	»	dunkel,	»	»	»
IV.	»	»	»	»	»	»	»

1 : 100	I.	anges.	3 h	48′	belichtet,	6 h	d.	Hälfte	todt,	d.	H.	leb.	
	II.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
	III.	»	»	»	»	gesund 6 h							
	IV.	»	»	»	dunkel, 6 h wie I.								
	V.	»	»	»	»	»	»	III.					

Chromsäure 1 : 1900, 1 : 1800, 1 : 1400 Paramäcien belichtet und dunkel noch nach einer Stunde gesund.

1 : 1200 differirt etwas in der Zeit der Wirkung, wirkt aber ebenfalls nicht wie Akridin.

I.	anges.	2 h	57′	belicht.,	todt	3 h	17′	I.	anges.	3 h	57′	bel.,	todt	4 h 5′
II.	»	»	»	»	»	»	»	II.	»	»	»	»	»	4 h 55′
III.	»	»	»	»	»	5 h		III.	»	»	»	dunk.	»	5 h 30′
IV.	»	»	»	dunkel,	»	3 h	20′	IV.	»	»	»	»	»	wie II.
V.	»	»	»	»	»	»	»							

Nachdem also aus diesen Resultaten hervorgeht, dass die Absorption den Einfluss des Lichtes auf die Versuche nicht erklärt, bleibt nur noch zur Untersuchung übrig:

Die Fluorescenz. Wenn diese die Ursache ist, so müssen auch andere fluorescirende Körper analog wirken, zu diesem Zwecke wurde das Eosin untersucht. Dieses tödtete nun

(27. VI. 1898) in Lösung 1 : 400 in zerstreutem Lichte in 15 Min.
gegen 90 Min. im Dunkeln,
in Lösung 1 : 800 » » » in 15 Min.
während die Tiere im Dunkeln noch nach 24 Stunden am Leben waren.

Diese Eigenschaft behielt das Eosin (NB. conform seiner Fluorescenz) derart, dass es in Lösung 1 : 40000 in zerstreutem Lichte noch vor 90 Min. tödtlich wirkte, so dass ihm also

die Eigenschaft des Akridins in erhöhtem Maasse zu eigen ist. Dieser Umstand hat auf Grund der vorausgehenden Untersuchungen zu der Ansicht geführt, dass

die Wirkung des Lichtes auf die Versuche mit Akridin, Phosphin, Chinin und Eosin auf die Fluorescenz dieser Körper gegründet ist.

Mit dieser Feststellung ist die erste Frage erledigt; es galt nunmehr, die zweite zu erforschen:

B. Welche Strahlen die beobachtete Erscheinung bewirken.

Da die meisten medicinisch wichtigen Lichtwirkungen von den sogenannten chemischen, den ultravioletten Strahlen ausgehen, wäre es möglich, dass auch hier die Wirkung an bestimmte Strahlen geknüpft wäre. Allerdings müsste davon der ultrarothe Theil des Spectrums von vorneherein ausgeschlossen werden, weil die Vorlage von conc. Kupfersulfatlösung die Wirkung des Lichtes auf die Akridinlösung nicht geschwächt hatte. Immerhin könnte aber noch ein Theil der übrigen Strahlen des Spectrums allein wirksam sein.

Zu den Versuchen hierüber wurden wieder die gleich anfangs erwähnten Glasröhrchen verwendet, denen aber 4,5 cm dicke Vorlagen gegeben wurden. Es können nun die fragliche Wirkung hervorbringen:

I. die Strahlen vom Grün incl. bis violett excl.; denn:
   Eosin und Vorlage von Akridin 1 : 500 tödtet die Paramäcien ungeschwächt rasch;
II. die violetten Strahlen; denn
   a) Akridin 1 : 20000 und Vorlage von Chinin sulf. tödtet die Paramäcien fast ungeschwächt;
   b) Akridin 1 : 20000 und Vorlage von Akridin 1 : 500 tödtet die Paramäcien nicht;
III. die ultravioletten Strahlen; denn:
   auch Chinin wirkt im Lichte stärker auf die Paramäcien als im Dunkeln.

Es können also verschiedene Strahlen wirken, also wohl vor Allem diejenigen Strahlen, welche die Fluorescenz

am stärksten erregen; in zweiter Linie sind das natürlich diejenigen Strahlen, welche am stärksten absorbirt werden. Das Maximum der Wirkung müsste dann bei Eosin im grünen, bei Akridin im violetten Theile des Spectrums liegen.

In Folge des liebenswürdigen Entgegenkommens des, leider inzwischen verstorbenen Herrn Prof. Dr. v. Lommel, sowie seines Assistenten des Herrn Dr. Fomin ist es möglich gewesen, diese Frage zu entscheiden.

Die Anordnung des Versuches war die folgende:

Als Lichtquelle diente ein Schuckert'scher Projectionsapparat von 1500 Kerzenstärke. Durch einen Spalt wurde das verwendete Licht durch eine Glaslinse und durch ein Flintprisma auf einen kleinen Tisch geleitet. Die Entfernung der Glaslinse vom Projectionsapparat betrug 60 cm, die Entfernung des Flintprismas von der Glaslinse 50 cm und die Entfernung des Tisches vom Flintprisma 160 cm.

Bei einem zweiten Versuche wurden, um mehr ultraviolette Strahlen zu erhalten, eine Quarzlinse und zwei Quarzprismen verwendet mit den entsprechenden Entfernungen $35 \times 35 \times 90$.

Auf dem kleinen Tisch wurden sodann 4 feuchte Kammerversuche mit Eosin 1 : 800 den Lichtstrahlen ausgesetzt und zwar der eine Versuch den ultrarothen, der andere den grünen, der dritte den violetten, der vierte den ultravioletten Strahlen. In der That zeigten die im grünen Licht stehenden Eosinversuche alle Stadien der Wirkung bis zum Tode lange vor den anderen.

Für das Akridin 1 : 20000 wurde dieser Beweis nicht durchgeführt, da bereits das wenigstens 4mal rascher wirkende Eosin bis zum Tode der im Maximum stehenden Versuche das erste Mal zwei, das zweite Mal vier Stunden belichtet werden musste. Es würde das also für Akridin eine 8—12 Stunden dauernde Beleuchtung nöthig machen, worauf in Anbetracht dessen, dass der Eosinversuch ohnehin blos eine Probe auf die Richtigkeit der oben angeführten Versuche bilden soll, verzichtet werden konnte.

Damit ist also auch der zweite Theil der Arbeit erledigt, so dass nunmehr die dritte Frage zu erörtern ist:

C. Nähere Vorgänge bei dieser Fluorescenzwirkung.

Bei den geringen Kenntnissen, welche wir überhaupt über Fluorescenz haben, ist es nicht merkwürdig, wenn sich diese Frage nicht so ohne Weiteres beantworten liess. Möglich wäre zunächst gewesen, dass das Fluorescenzlicht selbst die schädliche Wirkung ausüben würde. Gibt man aber Paramäcien in Glasröhrchen und befestigt man diese Röhrchen mittelst schwarzen Papiers unmittelbar hinter einem Glas mit Akridinlösungen 1 : 500 oder Eosin 1 : 800 oder 1 : 4000, so kann man die Lösungen ruhig dem Tageslichte aussetzen, und die Thiere befinden sich doch, selbst nach Verlauf von einigen Tagen noch, vollkommen wohl. Daraus folgt, dass nicht das Fluorescenzlicht selbst für Paramäcien schädlich ist, sondern die Erzeugung der Fluorescenz.

Zwar geben auch für diesen Fall die physikalischen Anschauungen über Fluorescnz keine vollständige Erklärung, immerhin aber lassen sie sich mit den Resultaten der bisherigen Untersuchungen zu einer Annahme verbinden, die durchaus nicht unwahrscheinlich erscheint.

Die für diesen Fall wichtigsten Lehren der Physik lauten, kurz zusammengestellt, folgendermaassen:

»Das von einem fluorescirenden Körper ausgestrahlte Licht ist zusammengesetzt, auch wenn das erregende Licht einfach ist. Jeder fluorescirende Körper verhält sich unter dem Einfluss des thätigen Lichtes wie ein selbstleuchtender. Man wird sich daher, da Licht in letzter Instanz stets durch schwingende Bewegungen veranlasst wird, den Vorgang so vorzustellen haben, dass das einfallende Licht einen Theil seiner Energie dazu abgibt, die Moleküle in Schwingungen zu versetzen, und dass diese ihrerseits rückwärts neue Vibrationen im Aether veranlassen, die uns als Fluorescenzlicht zur Erscheinung kommen. Manche Körper fluoresciren fest und in Lösung, z. B. Anthracen; Platyncyanmetalle fluoresciren dagegen bloss in Crystallform, umgekehrt andere Farbstoffe, z. B. Eosin, bloss in Lösung. Dabei ist die Fluorescenz oft unabhängig vom Lösungsmittel. So fluorescirt z. B. Chlorophyll blutroth in Alkohol, Aether, Benzol und Schwefelkohlenstoff. Es hängt also die Fluorescenz in den einfachsten Fällen allein ab vom chemischen Molekel, häufiger vom Einfluss deren in Vereinigung zu physikalischen Molekeln, und sogar die crystallinische Structur kann von Einfluss sein.«

Da nämlich der experimentelle Teil dieser Arbeit zu der Ansicht geführt hat, dass die Erzeugung der Fluorescenz es ist,

welche die für Paramäcien unschädlichen Akridin-, Phosphin- und Eosinlösungen für diese Thiere wieder hochgradig schädlich macht, so fragt es sich von selbst, ob diese schädliche Wirkung ein integrirender Bestandtheil jeder Fluorescenzerzeugung ist, oder ob die Fluorescenzerzeugung sich in einem anderen Falle anders, eventuell günstig, äussern kann. Für letztere Ansicht spricht von vorneherein die Rolle, welche die Lichtwellen sonst im organischen Leben spielen. In der That gibt es nun auch einen fluorescirenden Körper, der unter dem Einfluss der Lichtwellen bloss eine nützliche Wirkung ausübt, nämlich das Chlorophyll. Zwischen diesem Körper und den Akridin-, Phosphin-, Eosin- und Chinin-Lösungen bestehen nun interessante Ähnlichkeiten.

Ebenso wie nämlich die Akridin-Lösungen 1 : 20000 etc. die Paramäcien erst zu tödten vermögen, wenn Lichtwellen sie treffen, vermag das Chlorophyll, ohne das es bekanntlich im pflanzlichen Organismus keine Assimilation geben würde, erst unter dem Einfluss des Lichtes zu assimiliren und geradeso, wie die Akridin-, Phosphin- etc.-Lösungen fluoresciren, ist das Chlorophyll durch eine hochgradige, sogar in den verschiedensten Lösungsmitteln auftretende Fluorescenz ausgezeichnet.

Da nun experimentell festgestellt wurde, dass die Erzeugung der Fluorescenz der in Rede stehenden Eigenschaft der Akridin- etc.-Lösungen zu Grunde liegt, so liegt der Gedanke nahe, dass auch die Wirkung des Chlorophylls auf der Erzeugung der Fluorescenz beruht, dass daher die bei diesen Körpern spielenden Processe alle identisch sind und in Folge dessen, weil bei dem Chlorophyll die Energie der Lichtstrahlen in lebendige chemische Energie umgesetzt wird, auch die Wirkungsweise des Akridins, Phosphins, Eosins und Chinins auf diesen Umsetzungen beruht. Aus diesen Gründen liegt bei den (oben angegebenen) molekularen Schwingungstheorien der Fluorescenz die Annahme nicht fern:

dass eben fluorescirende Körper die Energie der Lichtstrahlen in lebende chemische Energie umzusetzen vermögen, natürlich wohl immer nur in chemische

Energie der Art, wie sie eben ihrer chemischen Constitution entspricht.

Diese umgesetzte chemische Energie würde dann: »bei dem Chlorophyll die Assimilation, bei dem Akridin, Phosphin, Eosin und Chinin den Tod der Paramäcien bewirken«.

Verhält sich dies in der That so, so ist eine solche Eigenschaft fluorescirender Körper gewiss auch in sonstiger Beziehung von Werth, ja vielleicht liesse sich sogar damit für das Problem der Umwandlung von Lichtwellen in elektrische Energie ein neuer Gesichtspunkt gewinnen. Jedenfalls ist diesbezüglich der Umstand interessant, dass der eine der untersuchten Körper, das Eosin, in der farbenempfindlichen Photographie bereits auf mehr empirischen Wege eine grosse Rolle spielt.

Nachdem also mit diesen Betrachtungen auch der dritte Theil der Arbeit vor der Hand erschöpft war, war nunmehr nur noch die Frage zu erörtern:

D. Kann die Fluorescenz auch im Thierkörper eine Rolle spielen?

Unter Berücksichtigung der bedeutenden Transparenz der Haut für Lichtwellen lässt sich zu diesem Punkte eine grössere Zahl merkwürdiger Thatsachen anführen.

Die interessanteste derselben, deren Kenntniss ich ganz speciell der Güte des Herrn Prof. Dr. v. Tappeiner verdanke, ist zweifellos die »Rosige Hautröthe—Buchweizenkrankheit«, über die Haubner[1]) wörtlich Folgendes angibt:

»Kommt nur bei weissen oder weissgefleckten Thieren vor, namentlich bei Schafen und Schweinen, seltener beim Rind.«

Erscheinungen: Plötzlich hervortretende Röthung und Schwellung der Haut, vornehmlich des Kopfes, bei weissen Thieren, dann der weissen Abzeichen, gemeinhin gepaart mit juckendem, schmerzhaftem Gefühle. Dabei ist ein fieberhaftes Allgemeinleiden zugegen. In gesteigerter Krankheitsbildung tritt hierzu eine Congestion

1) Krankheiten der landwirthschaftlichen Hausthiere von Dr. G. C. Haubner 1873, S. 392.

und Reizung des Gehirnes und Affection der Respirationsorgane. und hierdurch kann schon nach wenigen Stunden (8—12) der Tod bedingt werden. In geringgradigen Fällen folgt ebenso schnell Heilung.

Ursachen: Buchweizenfutter aller Art (Körner, Stroh, Stoppeln, grüner Buchweizen) in längerer Anwendung; je länger, um so sicherer und heftiger die Wirkung. Daneben die Einwirkung von Luft und Sonnenschein. Bei trübem, kühlem Wetter und im Stalle kommen keine oder nur ausnahmsweise und geringfügige Erkrankungen vor.

Behandlung: Zurückbringen der Thiere nach dem Stalle oder in den Schatten reichen meist allein aus, sonst noch Abführmittel.

NB. Schwarz angestrichene Schafe verhalten sich wie schwarze Schafe.

Das ganze klinische Bild dieser Erkrankung passt vorzüglich zu den bisher vertretenen Anschauungen; pathologische Erscheinungen des menschlichen Körpers lassen sich ihm anreihen. Unter diesen wäre zunächst zu erwähnen: das Erythema solare, welches nach Raynaud[1]) und Hammer[2]) fast ausschliesslich durch die Einwirkung des Sonnenlichtes entsteht. Dem Erythema solare schliesst sich an die Variola, deren Verlauf sich nach den von Lindholm[3]) in Bergen gemachten Versuchen durch farbiges Licht beeinflussen lässt. Nach Petersen[3]) war dies sogar schon im Mittelalter bekannt und erst im 18. Jahrhundert wieder in Vergessenheit geraten, da schon Gaddesden (ca. 1300) den Prinzen von Wales — sine vestigiis — von der Blatternkrankheit geheilt haben soll, indem er um sein Bett Alles roth machte.

Weiter ist an dieser Stelle die Behandlung des Lupus[4]) mit conc. Lichtstrahlen zu erwähnen, wie sie in der neuesten Zeit Finsen in Kopenhagen anwendet. Selbst an den Erfolgen der Sanatoriumsbehandlung der Tuberkulose könnte, wenn auch in

1) Therapeutische Monatshefte 1893, S. 325.
2) Virchow u. Hirsch, 1891, B. 2 S. 497.
3) » » » 1893, » 2 » 44.
4) » » » 1896, » 1 » 282.

bescheidenem Maasse, das Licht Antheil haben, zumal Orte, welche wie, z. B. Davos, schon lange empirisch für Heilstätten der Tuberkulose galten, in Folge ihrer Lage und ihrer staubfreien Atmosphäre besonders intensive Lichtstrahlungen haben und auch über die Heilung der Bauchfelltuberkulose nach Laparotomien immer noch keine rechte Uebereinstimmung herrscht.

Neben diesen allgemeinen Lichtwirkungen auf den thierischen Organismus spricht speciell für die Möglichkeit einer Fluorescenzwirkung, dass gerade die ultravioletten und violetten Strahlen, welche bei den höheren Thieren die Fluorescenz der Flüssigkeiten hervorrufen, nach Unna[1]), Wodmark[1]), Hammer[1]), Charkot[1]), Finsen[1]), Browne[1]) und anderen Autoren die wirksamen Strahlen sind.

So verhüten bei dem schon erwähnten Erythema solare Stoffe, welche die ultravioletten Strahlen abhalten, auch das Erythema solare[2]). In ähnlicher Weise ist von dem durch Buchner und Mink[3]), Arloing[4]), Ducleaux[5]) Arthur Downes[6]), Thomas P. Blunt[6]), Migneco[7]) und Andere festgestellten, hochgradig schädlichen Einfluss des Lichtes auf Mikroorganismen bekannt, dass fast nur die ultravioletten und blauen Strahlen wirksam sind. Hierzu passend geht aus den Untersuchungen von Mac. Donnell[8]), Emile Young[9]), E. Serrano Fatigati[10]) und Higginbottom[11]) hervor, dass auf die Entwickelung von Infusorien, Embryonen und Larven von Wasser-

1) Virchow u. Hirsch, 1893, H. 2 S. 43.
2) » » » 1891, » 2 » 497.
3) » » » 1892, » 1 » 550, 551.
4) » » » 1887, » 1 » 641, 292; 1885, H. 1 S. 312.
5) » » » 1885, » 1 » 298, 313. Maly, Fortschritte der Thierchemie 1885, S. 495.
6) Maly, Fortschritte der Thierchemie 1879, S. 393.
7) Virchow u. Hirsch, 1896, H. 1 S. 479.
8) Maly, Fortschritte der Thierchemie Bd. 9 S. 227.
9) » » » » 1892, » 371; 1880, S. 375. — Virchow u. Hirsch, 1878, S. 174.
10) Virchow u. Hirsch, 1879 H. 1 S. 153. — Maly, Fortschritte der Thierchemie 1880, S. 375.

thieren gerade das blaue und violette Licht von Einfluss und zwar hier von günstigem Einfluss ist.

Natürlich lässt sich sofort annehmen, dass eine Fluorescenzwirkung in der gleichen Stärke wie bei Akridin, Phosphin und Eosin im thierischen Organismus unter normalen Verhältnissen nicht stattfindet, weil eine derartig starke Lichtwirkung jedenfalls nicht ohne schädliche Begleiterscheinungen vor sich gehen könnte. Vielleicht könnten damit sogar die schweren Nekrosen im Zusammenhang stehen, welche nach zu intensiven Röntgenbestrahlungen beobachtet wurden.

Es könnte sich also im Thierkörper normaler Weise jedenfalls bloss um schwache Fluorescenzwirkungen handeln, und in der That zeigen alle hier in Betracht kommenden fluorescirenden Bestandtheile des Thierkörpers bloss schwache Fluorescenz. Ob diese Fluorescenz durch Krankheiten oder durch Nahrung (vgl. Buchweizenkrankheit) beeinflusst wird, wäre wichtig zu wissen.

Nach diesen Thatsachen scheint also eine Fluorescenzwirkung im Thierkörper wahrscheinlich, aber leider gelang es nicht, etwas Derartiges für Paramäcien experimentell nachzuweisen.

Zu diesem Zwecke wurde menschliches Serum verwendet, welches mit der gütigen Erlaubniss des Herrn Geheimrathes Prof. Dr. v. Ziemssen von Hrn. Privatdocenten Dr. Sittmann in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurde.

Es zeigte sich, dass das Serum die Paramäcien unverdünnt in 15 Minuten, mit der gleichen Menge Wasser verdünnt in 30 Minuten tödtete, ohne dass jedoch eine Einwirkung des Lichtes zu erkennen war.

Das Serum stammte von einem im Uebrigen gesunden Paralytiker, war von goldgelber Farbe, fluorescirte stark und liess keinen Geruch nach Ammoniak erkennen. Da jedoch seine starke Wirkung etwas auffällig ist, ist der Versuch vielleicht nicht als ganz einwandfrei zu bezeichnen. Allerdings beweist auch das negative Resultat nichts weiter, weil offenbar die Wirkung gerade von der fluorescirenden Substanz ausgehen muss. So tödtet z. B. mit Eosin gefärbtes Sublimat die Paramäcien im Dunkeln so

rasch wie im Hellen, weil natürlich das Sublimat längst gewirkt hat, bis die Wirkung des Eosins in Frage kommt. Welcher Bestandtheil des sehr complicirt zusammengesetzten Serums aber die Paramäcien tödtet, ist unbekannt.

Ebenso ergaben Versuche über den Einfluss der Fluorescenz auf Bacterien leider keine abschliessenden Resultate mehr.

Auf die Hefegährung, bei der sich aber der Fortbestand der Zymase anführen lässt, scheint Eosin und Akridin im Lichte nicht stärker zu wirken als im Dunkeln. Ueber die Wirkung auf Bac. pyocyaneus und Bact. coli stimmten die Resultate nicht überein. Nothwendig ist es allerdings nicht, dass sich Bacterien verhalten wie Paramäcien. Herr Dr. Gebhart, Assistent an der chirurgischen Poliklinik dahier, beschäftigt sich gegenwärtig mit dieser Frage.

Gewiss wäre es auch interessant zu prüfen, wie sich in Bezug auf Fluorescenz unser Licht percipirendes Organ, das Auge, verhält.

Bekannt ist in dieser Richtung nur wenig. Die Fovea centralis fluorescirt nicht, wohl aber die Netzhaut, in deren Fluorescenz sogar verschiedene Aenderungen auftreten; so wächst z. B. nach Zersetzung des Sehpurpurs die Fluorescenz der Netzhaut.

Leider war für derartige Untersuchungen keine Zeit mehr. Es erübrigt daher nur noch, einen kurzen kritischen Ueberblick der ganzen Arbeit zu geben.

Was zunächst die verhältnissmässig grosse Zahl der Versuche (800) betrifft, so war sie bedingt durch die difficile Natur der Paramäcien und durch die constante Ungunst der Witterung. Für die Richtigkeit der Schlussfolgerungen spricht jedenfalls, dass es einerseits am Schlusse einer Reihe von Deductionen gelungen ist, im Eosin eine Substanz zu finden, mit den Eigenthümlichkeiten des Akridins, und dass andererseits die Versuche mit dem projicirten Spectrum diejenigen Strahlen als wirksam erwiesen, welche ebenfalls auf Grund einer grösseren Zahl von Versuchen als wirksam angenommen waren.

Es haben diese Versuche daher zu folgenden Anschauungen geführt:

I. Die Einwirkung des Tageslichtes hat bei den Versuchen mit Akridin-Phosphin und Eosin einen grossen schädlichen Einfluss.

II. Dieser Einfluss beruht auf der Erzeugung der Fluorescenz.

III. Diejenigen Strahlen wirken, welche die Fluorescenz am stärksten erregen.

IV. Es ist wahrscheinlich, dass fluorescirende Körper die Energie der Lichtstrahlen in lebende chemische Energie umzusetzen vermögen.

V. Es ist wahrscheinlich, dass die Fluorescenz auch im thierischen Organismus eine Rolle spielt, jedoch nur in viel geringerer Stärke.

Zum Schlusse bleibt mir nur noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. Dr. H. v. Tappeiner, dessen überaus liebenswürdiger, hochherziger Unterstützung ich in jeder Beziehung werthvolle Anregungen verdanke, und ebenso Herrn Dr. Jodelbauer, I. Assistenten am pharmakologischen Institute dahier, meinen herzlichsten Dank auszudrücken.